

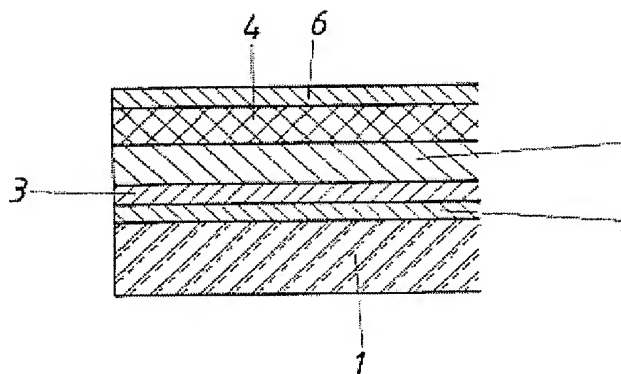


**PHOTOVOLTAIC CELL****Patent number:** WO0184644**Publication date:** 2001-11-08**Inventor:** SHAHEEN SEAN (US); BRABEC CHRISTOPH (AT);  
FROMHERZ THOMAS (AT); PADINGER FRANZ (AT);  
SARICIFTCI SEDAR (AT); GLOETZL ERHARD (AT)**Applicant:** QSEL QUANTUM SOLAR ENERGY LINZ (AT);  
SHAHEEN SEAN (US); BRABEC CHRISTOPH (AT);  
FROMHERZ THOMAS (AT); PADINGER FRANZ (AT);  
SARICIFTCI SEDAR (AT); GLOETZL ERHARD (AT)**Classification:****- international:** *H01L31/00; H01L31/0256; H01L31/04; H01L51/30;  
H01M14/00; H01L31/00; H01L31/0256; H01L31/04;  
H01L51/05; H01M14/00; (IPC1-7): H01L51/20***- european:** H01L51/20C8**Application number:** WO2001AT00128 20010427**Priority number(s):** AT20000000735 20000427**Also published as:** US6812399 (B2)  
 US2003159729 (A)**Cited documents:** XP001009591  
 XP000774681  
 XP000774675  
 XP001009629  
 XP001023165  
more >>**Report a data error he****Abstract of WO0184644**

The invention relates to a photovoltaic cell having a photoactive layer (4) that consists of two molecular components, a conjugated polymer component as the electron donor and a fullerene component as the electron acceptor. The photovoltaic cell further comprises two metal electrodes (2, 6) disposed on both sides of the photoactive layer (4). Advantageous construction conditions are created when an intermediate layer (5) is provided between the photoactive layer (4) and at least one electrode (2, 6). Said intermediate layer consists of a conjugated polymer that has a doping that corresponds to the electrode potential and that has an energy gap in terms of the electron energy bands of at least 1.8 eV between the valence band and the conduction band.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. November 2001 (08.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/84644 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 51/20**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/AT01/00128**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. April 2001 (27.04.2001)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
A 735/2000 27. April 2000 (27.04.2000) **AT**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **QSEL-QUANTUM SOLAR ENERGY LINZ FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGS-GESELLSCHAFT M.B.H.** [AT/AT]; Gruberstrasse 40-42, A-4010 Linz (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SHAHEEN, Sean** [US/US]; 28719 N. 55th, Cave Creek, AZ 85331 (US). **BRABEC, Christoph** [AT/AT]; Ödmühlweg 14, A-4040 Linz (AT). **FROMHERZ, Thomas** [AT/AT]; Limesstrasse 66, A-4060 Leonding (AT). **PADINGER, Franz** [AT/AT]; Wiener Strasse 46, A-4490 St. Florian (AT). **SARICIFTCI, Sedar** [AT/AT]; Pachmayrstrasse 135, A-4040 Linz (AT). **GLOETZL, Erhard** [AT/AT]; Gruberstrasse 40-42, A-4020 Linz (AT).

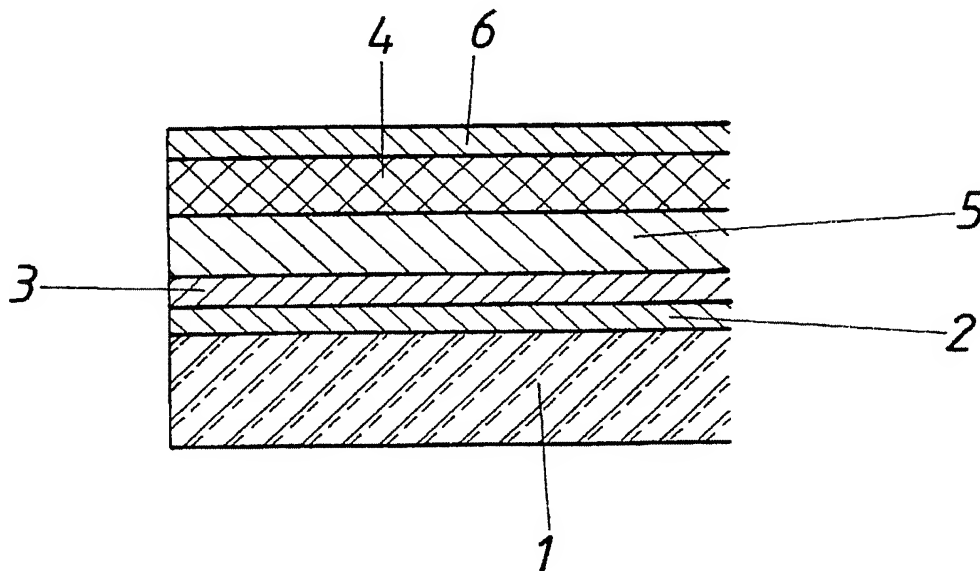
(74) Anwälte: **HÜBSCHER, Gerhard** usw.; Spittelwiese 7, A-4020 Linz (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **PHOTOVOLTAIC CELL**

(54) Bezeichnung: **PHOTOVOLTAISCHE ZELLE**



(57) Abstract: The invention relates to a photovoltaic cell having a photoactive layer (4) that consists of two molecular components, a conjugated polymer component as the electron donor and a fullerene component as the electron acceptor. The photovoltaic cell further comprises two metal electrodes (2, 6) disposed on both sides of the photoactive layer (4). Advantageous construction conditions are created when an intermediate layer (5) is provided between the photoactive layer (4) and at least one electrode (2, 6). Said intermediate layer consists of a conjugated polymer that has a doping that corresponds to the electrode potential and that has an energy gap in terms of the electron energy bands of at least 1.8 eV between the valence band and the conduction band.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/84644 A1



MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Es wird eine photovoltaische Zelle mit einer photoaktiven Schicht (4) aus zwei Komponenten, nämlich einer konjugierten Polymerkomponente als Elektronendonator und einer Fullerenkomponente als Elektronenakzeptor, und mit zwei beidseits der photoaktiven Schicht (4) vorgesehenen, metallischen Elektroden (2, 6) beschrieben. Um vorteilhafte Konstruktionsbedingungen zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass zwischen der photoaktiven Schicht (4) und wenigstens einer Elektrode (2, 6) eine Zwischenschicht (5) aus einem konjugierten Polymer vorgesehen ist, das eine dem Elektrodenpotential entsprechende Dotierung und hinsichtlich der Elektronenenergiebänder eine Bandlücke zwischen dem Valenzband und dem Leitungsband von wenigstens 1,8 eV aufweist.

### Photovoltaische Zelle

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Photovoltaische Zelle mit einer photoaktiven Schicht aus zwei molekularen Komponenten, nämlich einem Elektronendonator und einem Elektronenakzeptor, insbesondere einer konjugierten Polymerkomponente und einer Fullerenkomponente, und mit zwei beidseits der photoaktiven Schicht vorgesehenen, metallischen Elektroden.

[0002] Kunststoffe mit ausgedehnten  $\pi$ -Elektronensystemen, bei denen abwechselnd Einfach- und Doppelbindungen aufeinanderfolgen, werden als konjugierte Kunststoffe bezeichnet. Diese konjugierten Kunststoffe weisen hinsichtlich der Elektronenenergie mit Halbleitern vergleichbare Energiebänder auf, so daß sie auch durch ein Dotieren von nichtleitenden, in den metallisch leitenden Zustand überführt werden können. Beispiele für solche konjugierten Kunststoffe sind Polyphenylene, Polyvinylphenylene (PPV), Polythiophene oder Polyaniline. Der Wirkungsgrad der Energieumwandlung von photovoltaischen Polymerzellen aus einem konjugierten Polymer liegt allerdings typischerweise zwischen  $10^{-3}$  und  $10^{-2}$  %. Zur Verbesserung dieses Wirkungsgrades wurden zwar bereits heterogene Schichten aus zwei konjugierten Polymerkomponenten vorgeschlagen (US 5 670 791 A), von denen eine Polymerkomponente als Elektronendonator und die andere Polymerkomponente als Elektronenakzeptor dienen. Durch den Einsatz von Fullerenen, insbesondere Buckminsterfullerenen  $C_{60}$ , als Elektronenakzeptoren (US 5 454 880 A) konnte die sonst übliche Ladungsträgerrekombination weitgehend vermieden werden, was zu einer erheblichen Wirkungsgradsteigerung führte. Für das Erreichen eines guten

Wirkungsgrades ist eine gute Ladungstrennung eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung, weil zusätzlich dafür gesorgt werden muß, daß die getrennten Ladungen auch zu den entsprechenden Elektroden der photovoltaischen Zelle gelangen. Bei üblichen photovoltaischen Zellen dieser Art haben sich eine lochsammelnde Elektrode aus Indium/Zinn-Oxid (ITO) und eine elektronensammelnde Elektrode aus Aluminium bewährt.

[0003] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine photovoltaische Zelle der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, daß der Ladungstransport zwischen der photoaktiven Schicht und den Elektroden im Sinne einer Steigerung des Kurzschlußstromes vergrößert werden kann.

[0004] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß zwischen der photoaktiven Schicht und wenigstens einer Elektrode eine Zwischenschicht aus einem konjugierten Polymer vorgesehen ist, das eine dem Elektrodenpotential entsprechende Dotierung und hinsichtlich der Elektronenenergie eine Bandlücke zwischen dem Valenzband und dem Leitungsband von wenigstens 1,8 eV aufweist.

[0005] Da das konjugierte Polymer der Zwischenschicht im Sinne des Elektrodenpotentials dotiert ist, was im Bereich der lochsammelnden Elektrode eine oxidative und im Bereich der elektronensammelnden Elektrode eine reduktive Dotierung bedeutet, stellt das konjugierte Polymer im Bereich der lochsammelnden Elektrode einen Lochüberschuß, im Bereich der elektronensammelnden Elektrode jedoch einen Elektronenüberschuß sicher, so daß im Bereich des oxidativ dotierten Polymers die Lochleitung und im Bereich eines reduktiv dotierten Polymers die Elektronenleitung unterstützt wird. Da jedoch das konjugierte Polymer der jeweiligen Zwischenschicht hinsichtlich der Elektronenenergiebänder eine vergleichsweise große Bandlücke zwischen dem Valenzband und dem Leitungsband von zumindest 1,8 eV aufweist, ergibt sich eine entsprechend hohe Aktivierungsenergie für die Eigenleitung, was dazu führt, daß im Falle einer oxidativ dotierten Polymerschicht die Elektronenleitung von der photoaktiven Schicht zur lochsammelnden Elektrode und im Falle der reduktiv

dotierten Zwischenschicht die Lochleitung von der photoaktiven Schicht zur elektronensammelnden Elektrode behindert werden. Mit Hilfe dieser besonderen Zwischenschichten kann somit eine Ventilwirkung erzielt werden, die die Leitung der an der jeweils anliegenden Elektrode zu sammelnden Ladungsträger von der photoaktiven Schicht zur Elektrode unterstützt, eine gleichgerichtete Diffusion gegenpoliger Ladung jedoch behindert. Als Ergebnis dieser besonderen Schichten kann die Ladungsleitung zu den Elektroden entsprechend verbessert werden, was sich unmittelbar in einer Vergrößerung des Kurzschlußstromes auswirkt. Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß je nach Anwendungsfall photovoltaische Zellen mit einer solchen Zwischenschicht zwischen der lochsammelnden Elektrode und der photoaktiven Schicht, zwischen der elektronensammelnden Elektrode und der photoaktiven Schicht oder im Bereich beider Elektroden eingesetzt werden können.

[0006] Obwohl unterschiedliche konjugierte Polymere zur Ausbildung der Zwischenschichten entsprechend oxidativ oder reduktiv dotiert werden können, ergeben sich besonders vorteilhafte Verhältnisse, wenn die Zwischenschicht aus einem dotierten Polythiophen-Derivat besteht. Unter dem Begriff Polymer sind dabei Hochpolymere als auch Oligomere zu verstehen.

[0007] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße photovoltaische Zelle ausschnittsweise in einem schematischen Schnitt und

Fig. 2 die Strom-Spannungskennlinie einer herkömmlichen und einer erfindungsgemäßen photovoltaischen Zelle.

[0008] Die photovoltaische Zelle gemäß der Fig. 1 weist einen lichtdurchlässigen Glasträger 1 auf, auf dem eine Elektrodenschicht 2 aus einem Indium/Zinn-Oxid (ITO) aufgebracht ist. Diese Elektrodenschicht 2 bildet im allgemeinen eine vergleichsweise raue Oberflächenstruktur, so daß sie mit einer Glättungsschicht 3 aus einem durch eine entsprechende Dotierung elektrisch leitfähigen

higen Polymer, üblicherweise PEDOT, abgedeckt wird. Im Gegensatz zu herkömmlichen photovoltaischen Zellen dieser Art wird nach der Erfindung die photoaktive Schicht 4 nicht unmittelbar auf die Glättungsschicht aufgebracht, sondern auf eine Zwischenschicht 5, die aus einem konjugierten Polymer, vorzugsweise aus einem Poly3-Alkylthiophen, besteht, das nach dem Aufbringen auf die Glättungsschicht 3 mit Nitrosonium-Tetrafluorborat oxidativ dotiert wurde, um einen entsprechenden Lochüberschuß zu erhalten.

[0009] Die photoaktive Schicht 4, die auf die Zwischenschicht 5 in Form einer Lösung aufgebracht wird, besteht aus einem konjugierten Polymer, vorzugsweise einem Polythiophen-Derivat, als Elektronendonator und einem Fulleren, insbesondere funktionalisiertes Fulleren PCBM, als Elektronenakzeptor. Unter dem Begriff Polymer sind dabei sowohl Hochpolymere als auch Oligomere zu verstehen. Die elektronensammelnde Elektrode 6 besteht aus Aluminium, das im Falle des dargestellten Ausführungsbeispiels auf die photoaktive Schicht 4 ohne Zwischenschaltung einer weiteren Zwischenschicht aufgedampft wird, was jedoch durchaus möglich wäre. In diesem Fall wäre das konjugierte Polymer der Zwischenschicht entsprechend dem negativen Potential der elektronensammelnden Elektrode 6 reduktiv zu dotieren, um einen entsprechenden Elektronenüberschuß sicherzustellen.

[0010] Aufgrund der Zwischenschicht 5, die zwischen dem Valenzband und dem Leitungsband eine Bandlücke von wenigstens 1,8 eV aufweist, wird wegen dieser vergleichsweise breiten Bandlücke der Eintritt von Elektronen aus der photoaktiven Schicht 4 in die Zwischenschicht 5 erschwert, ohne die Lochleitung zwischen der photoaktiven Schicht 4 und der lochsammelnden Elektrode 2 zu beeinträchtigen. Das Leitungsband des konjugierten Polymers der Zwischenschicht 5 liegt z. B. im Gegensatz zu der PEDOT-Schicht 3 auf einem deutlich höheren Energieniveau als das Energieband des Elektronenakzeptors der photoaktiven Schicht 4. Dies bedeutet einen unipolaren Ladungsübergang von der photoaktiven Schicht 4 zur lochsammelnden Elektrode 2, was sich in einer entsprechenden Vergrößerung des Kurzschlußstromes bemerkbar macht, wie dies der Fig. 2 entnommen werden kann. In dieser Fig. 2

ist die Stromdichte  $I$  über der Spannung  $U$  bei einer Anregungsenergie von  $80 \text{ mW/cm}^2$  unter simulierten AM 1,5 Bedingungen für eine erfindungsgemäße photovoltaische Zelle im Vergleich zu einer mit Ausnahme der Zwischenschicht 5 übereinstimmend aufgebauten Zelle aufgetragen. Es zeigt sich, daß die der erfindungsgemäßen photovoltaischen Zelle zugehörige Kennlinie 7 einen bei der Spannung  $U = 0\text{V}$  gemessenen Kurzschlußstrom ergibt, der etwa doppelt so groß wie der Kurzschlußstrom der Vergleichszelle gemäß der Kennlinie 8 ist.

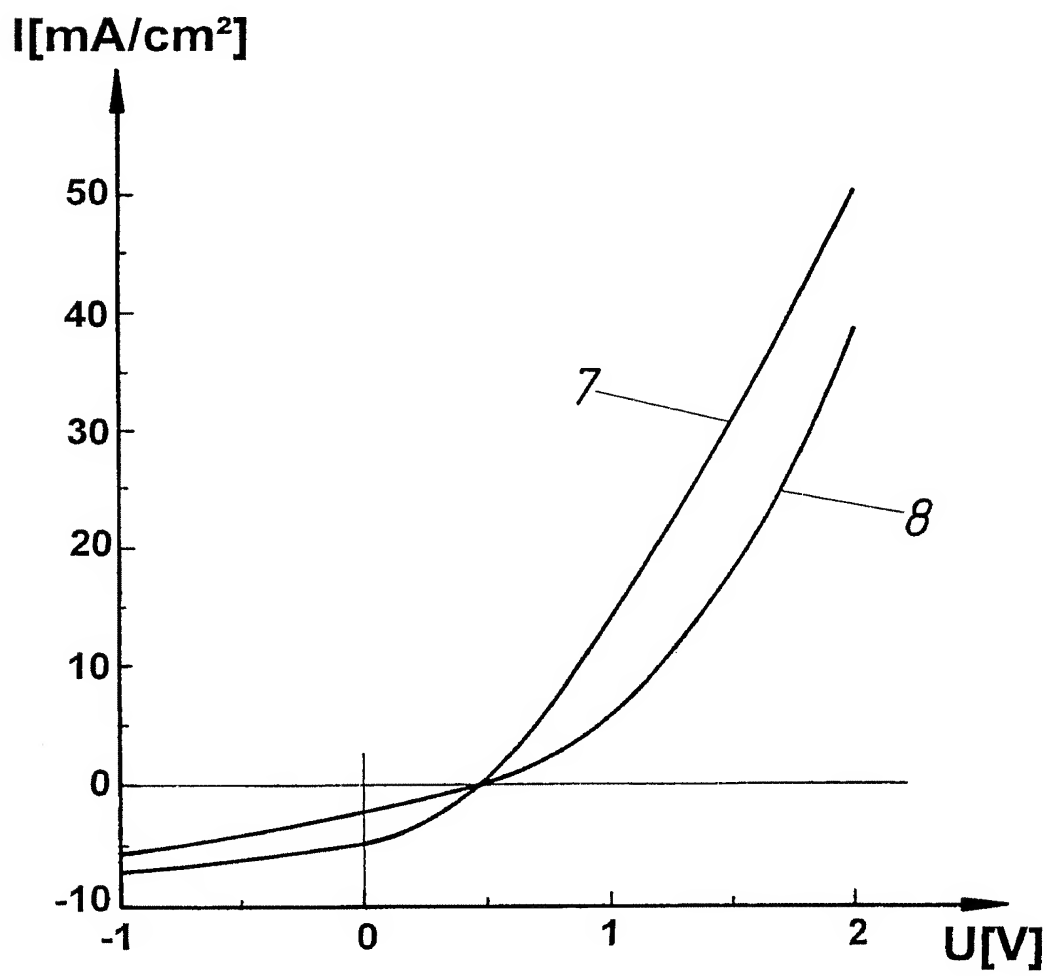
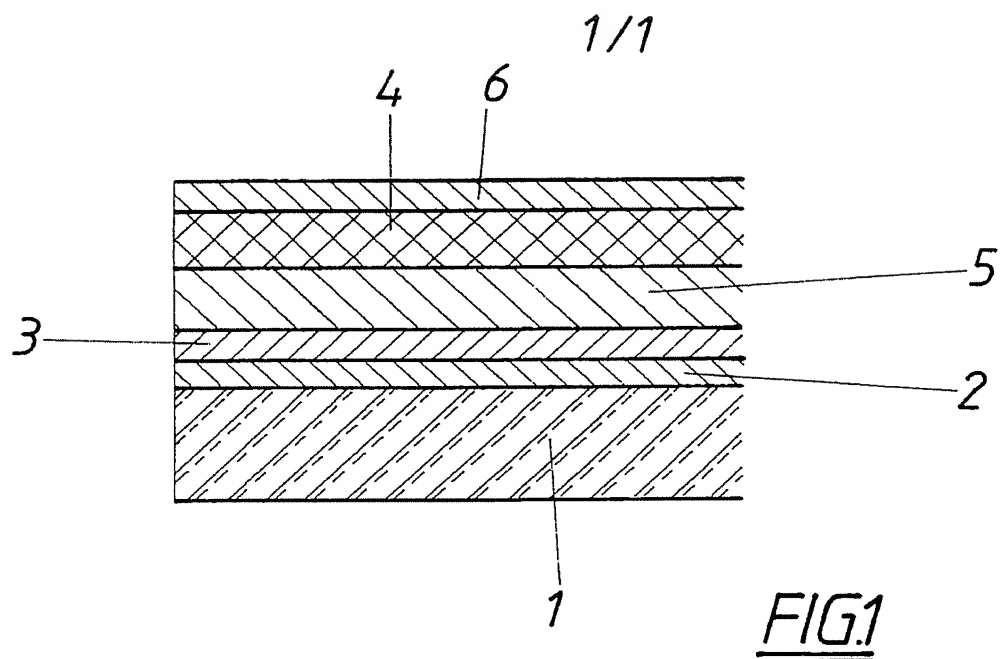
[0011] Es braucht wohl nicht näher ausgeführt zu werden, daß bei einer Anordnung der Zwischenschicht 5 zwischen der photoaktiven Schicht 4 und der elektronensammelnden Elektrode 6 der Abstand der Valenzbänder und nicht der Leitungsbänder ausschlaggebend ist.

[0012] Da die Wirkung der elektrisch isolierenden Übergangsschicht 6 nicht auf konjugierte Polymere als Elektronendonator und Fullerene als Elektronenakzeptor beschränkt ist, kann die erfindungsgemäße Wirkung auch bei allen photovoltaischen Zellen mit einer molekularen Zweikomponentenschicht aus einem Elektronendonator und einem Elektronenakzeptor beobachtet werden.



### P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Photovoltaische Zelle mit einer photoaktiven Schicht (4) aus zwei molekularen Komponenten, nämlich einem Elektronendonator und einem Elektronenakzeptor, insbesondere einer konjugierten Polymerkomponente und einer Fullerenkomponente, und mit zwei beidseits der photoaktiven Schicht (4) vorgesehenen, metallischen Elektroden (2, 6), dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der photoaktiven Schicht (4) und wenigstens einer Elektrode (2, 6) eine Zwischenschicht (5) aus einem konjugierten Polymer vorgesehen ist, das eine dem Elektrodenpotential entsprechende Dotierung und hinsichtlich der Elektronenenergiebänder eine Bandlücke zwischen dem Valenzband und dem Leitungsband von wenigstens 1,8 eV aufweist.
2. Photovoltaische Zelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (5) aus einem dotierten Polythiophen-Derivat besteht.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No

PCT/AT 01/00128

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L51/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ROMAN L S ET AL: "MULTIFUNCTIONAL POLYTHIOPHENES IN PHOTODIODES" SYNTHETIC METALS, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 102, no. 1-3, 12 July 1998 (1998-07-12), pages 977-978, XP001009591 ISSN: 0379-6779 the whole document	1,2
X	ROMAN L S ET AL: "HIGH QUANTUM EFFICIENCY POLYTHIOPHENE/C60 PHOTODIODES" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 10, no. 10, 9 July 1998 (1998-07-09), pages 774-777, XP000774681 ISSN: 0935-9648 the whole document	1,2



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 August 2001

Date of mailing of the international search report

30/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Königstein, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No

PCT/AT 01/00128

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GAO J ET AL: "POLYMER P-I-N JUNCTION PHOTOVOLTAIC CELLS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 10, no. 9, 18 June 1998 (1998-06-18), pages 692-695, XP000774675 ISSN: 0935-9648 the whole document ----	1
A	IIZUKA M ET AL: "OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF MULTI-LAYERED ORGANIC CELLS" MOLECULAR CRYSTALS AND LIQUID CRYSTALS, GORDON AND BREACH, LONDON, GB, vol. 295, 28 October 1997 (1997-10-28), pages 353-356, XP001009629 ISSN: 0026-8941 the whole document ----	1
A	APPERLOO J J ET AL: "Doping in solution as an order-inducing tool prior to film formation of regio-irregular polyalkylthiophenes" ADVANCED MATERIALS, 2 NOV. 2000, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, GERMANY, vol. 12, no. 21, pages 1594-1597, XP001023165 ISSN: 0935-9648 the whole document ----	
A	HO P K H ET AL: "ULTRATHIN SELF-ASSEMBLED LAYERS AT THE ITO INTERFACE TO CONTROL CHARGE INJECTION AND ELECTROLUMINESCENCE EFFICIENCY IN POLYMER LIGHT-EMITTING DIODES" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 10, no. 10, 9 July 1998 (1998-07-09), pages 769-774, XP000774680 ISSN: 0935-9648 the whole document -----	1

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L51/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr
X	ROMAN L S ET AL: "MULTIFUNCTIONAL POLYTHIOPHENES IN PHOTODIODES" SYNTHETIC METALS, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, Bd. 102, Nr. 1-3, 12. Juli 1998 (1998-07-12), Seiten 977-978, XP001009591 ISSN: 0379-6779 das ganze Dokument	1,2
X	ROMAN L S ET AL: "HIGH QUANTUM EFFICIENCY POLYTHIOPHENE/C60 PHOTODIODES" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, Bd. 10, Nr. 10, 9. Juli 1998 (1998-07-09), Seiten 774-777, XP000774681 ISSN: 0935-9648 das ganze Dokument	1,2



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. August 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Königstein, C

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GAO J ET AL: "POLYMER P-I-N JUNCTION PHOTOVOLTAIC CELLS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, Bd. 10, Nr. 9, 18. Juni 1998 (1998-06-18), Seiten 692-695, XP000774675 ISSN: 0935-9648 das ganze Dokument ----	1
A	IIZUKA M ET AL: "OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF MULTI-LAYERED ORGANIC CELLS" MOLECULAR CRYSTALS AND LIQUID CRYSTALS, GORDON AND BREACH, LONDON, GB, Bd. 295, 28. Oktober 1997 (1997-10-28), Seiten 353-356, XP001009629 ISSN: 0026-8941 das ganze Dokument ----	1
A	APPERLOO J J ET AL: "Doping in solution as an order-inducing tool prior to film formation of regio-irregular polyalkylthiophenes" ADVANCED MATERIALS, 2 NOV. 2000, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, GERMANY, Bd. 12, Nr. 21, Seiten 1594-1597, XP001023165 ISSN: 0935-9648 das ganze Dokument ----	
A	HO P K H ET AL: "ULTRATHIN SELF-ASSEMBLED LAYERS AT THE ITO INTERFACE TO CONTROL CHARGE INJECTION AND ELECTROLUMINESCENCE EFFICIENCY IN POLYMER LIGHT-EMITTING DIODES" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, Bd. 10, Nr. 10, 9. Juli 1998 (1998-07-09), Seiten 769-774, XP000774680 ISSN: 0935-9648 das ganze Dokument -----	1